



Polish Academy of Sciences  
**NICOLAUS COPERNICUS ASTRONOMICAL CENTER**

Bartycka 18, 00-716 Warsaw, Poland  
tel: +(4822) 841 00 41, +(4822) 3296 100  
fax: +(4822) 841 00 46  
email: camk@camk.edu.pl  
<http://www.camk.edu.pl>

Warszawa, 30.08.2023 r.

dr hab. Marcin Kuźniak, prof. CAMK PAN

## **Ocena osiągnięcia i dorobku naukowego dr. Oresta Hrycyny w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

### **1. Informacje wstępne**

Dr Orest Hrycyna ukończył studia magisterskie z astronomii w roku 2004 na Uniwersytecie Jagiellońskim, gdzie następnie rozpoczął studia doktoranckie. Równoległe ze studiami doktoranckimi prowadził zajęcia jako asystent naukowo-dydaktyczny w Katedrze Fizyki Teoretycznej na Katolickim Uniwersytecie Lubelskim. W 2011 roku obronił z wyróżnieniem pracę doktorską zatytułowaną "Regular and chaotic dynamics in scalar field cosmology", napisaną pod kierunkiem prof. dr. hab. Marka Szydłowskiego.

Po uzyskaniu stopnia doktora astronomii kontynuował zatrudnienie jako adiunkt na Katolickim Uniwersytecie Lubelskim, by po roku przenieść się na stanowisko postdoca (2012–2015) do Zakładu Fizyki Teoretycznej Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Warszawie. Od roku 2015 prowadzi badania w NCBJ już jako adiunkt.

O wadze dokonań dr. Hrycyny najlepiej świadczą 4 prestiżowe nagrody i wyróżnienia otrzymane od momentu rozpoczęcia studiów doktoranckich, późniejsze liczne publikacje, krajowe i zagraniczne wystąpienia konferencyjne oraz uzyskane granty Narodowego Centrum Nauki i Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Zainteresowania naukowe dr. Hrycyny obejmują kosmologię teoretyczną, w szczególności analizę dynamiki modeli kosmologicznych z polem skalarnym, czyli, upraszczając, jednego z rozważanych sposobów opisu zagadkowej ciemnej energii napędzającej obecną fazę ewolucji Wszechświata.

## 2. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Praca badawcza Habilitanta koncentruje się na badaniu ewolucji Wszechświata przy pomocy narzędzi kosmologii teoretycznej. Od odkrycia ekspansji Wszechświata i tzw. ciemnej energii trwają wysiłki nad znalezieniem fundamentalnego wytłumaczenia tych fenomenów, które niewątpliwie są jednymi z najistotniejszych i najtrudniejszych do rozwiązania zagadek we współczesnej fizyce.

Najprostsze modele zakładające istnienie kwintesencji, czyli pola skalarnego z pewnym potencjałem prowadzącego efektywnie do dodatniej stałej kosmologicznej, obarczone są problemami, w szczególności dostrojenia oraz koincydencji. Program badawczy, konsekwentnie realizowany przez Habilitanta od początku jego kariery naukowej i udokumentowany przedstawionym cyklem artykułów, rozszerza owe modele o dodatkowy człon nie-minimalnego sprzężenia pomiędzy grawitacją a polem skalarnym, który może naturalnie wynikać z szeregu modeli teoretycznych; przykładowo, jako rezultat poprawek kwantowych.

Cykl, złożony z cztery publikacji, koncentruje się na analizie możliwych scenariuszy ewolucji Wszechświata dla szeregu modeli z nie-minimalnym sprzężeniem z polem skalarnym, oraz na podstawie powyższych analiz, przeprowadza dyskusję realizmu owych modeli w świetle danych obserwacyjnych.

Dr Hrycina jest pierwszym autorem wszystkich publikacji w cyklu , oraz – z wyłączeniem [NC1] – również jedynym.

Ponieważ nie jestem ekspertem w kosmologii teoretycznej, ciężko dokonać mi samodzielnej oceny wartości merytorycznej prac przedstawionych w cyklu, i muszę się w tym celu oprzeć na ilości cytowań oraz klasie czasopism, w których prace zostały opublikowane.

Pierwsza z publikacji cyklu [NC1], cytowana 25 razy, została napisana wspólnie z prof. dr. hab. Markiem Szydlowskim, promotorem magisterium i doktoratu Habilitanta – z czego praca koncepcyjna jak i numeryczne i analityczne rachunki zostały przeprowadzone przez dr. Hrycinę. Autorzy zbadali metodami analizy układów dynamicznych globalne zachowanie przestrzenie płaskiego modelu kosmologicznego Friedmana-Robertsona-Walkera w teorii grawitacji z nie-minimalnie sprzężonym polem skalarnym ze stałym potencjałem, który jest najprostszym rozszerzeniem standardowego modelu kosmologicznego  $\Lambda$ CDM. Oryginalność pracy polega na uogólnieniu wcześniejszych wyników na przypadek niezerowej stałej sprzężenia i na uzyskaniu klasyfikacji możliwych ścieżek ewolucyjnych dla wszystkich możliwych rozwiązań i dla wszystkich warunków początkowych. Praca została opublikowana we wiodącym w dziedzinie czasopiśmie JCAP i, sądząc po ilości i charakterze cytowań, jest pracą dla dziedziny ważną, docenioną międzynarodowo.

W pracy [NC2], cytowanej 27 razy, Habilitant zbadał dynamikę modelu kosmologicznego należącego do rozważanej wcześniej klasy, znajdując jej jawne rozwiązania. Dostępne dane obserwacyjne, pochodzące m.in. od odległych supernowych typu Ia i pomiarów funkcji Hubble'a, zostały wykorzystane do uzyskania ograniczeń na parametr nie-minimalnego sprzężenia  $\xi$  pomiędzy skalarem krzywizny Ricciego a polem skalarnym. We wszystkich badanych modelach ujemne wartości tego

parametru zostały wykluczone na poziomie ufności 68%. Praca jest niewątpliwie nowatorska i ważna: została opublikowana w Physics Letters B, które jest ważnym czasopismem o wysokiej reputacji i została zauważona i doceniona międzynarodowo.

W pracy [NC3], cytowanej 4 razy, rozważania z pracy [NC1] zostały rozszerzone na przypadek asymptotycznie jednomianowej funkcji potencjału dla nieskończonych wartości pola skalarnego. Analiza dynamiczna wskazała na wyróżnioną wartość stałej nie-minimalnego sprzężenia  $\xi = 3/16$ , która, co interesujące, odpowiada konforemnemu sprzężeniu pola skalarnego z grawitacją w pięciowymiarowej teorii grawitacji. Cechy modelu prowadzą do generycznego scenariusza kosmologicznego bez osobliwości początkowej. Praca została opublikowana w European Physical Journal C, które jest ważnym czasopismem.

W pracy [NC4], jak na razie cytowanej raz przez samego autora, analizę poszerzono o asymptotycznie kwadratową formę funkcji potencjału. Habilitant wykazał, że dla stałej nie-minimalnego sprzężenia w przedziale  $3/16 < \xi < 1/4$  istnieje asymptotycznie niestabilny stan de Sittera dający początek nieosobliwej ewolucji wszechświata, a gęstość energii tego stanu zależy od wartości stałej nie-minimalnego sprzężenia i może być znacznie mniejsze od gęstości energii Plancka. Dla szczególnej wartości parametru  $\xi = 1/4$  początkowy stan ewolucji jest w postaci statycznego wszechświata Einsteina. Ponownie, praca została opublikowana w Physics Letters B.

Podsumowując ocenę całego cyklu publikacji, jest on zapisem samodzielnie i konsekwentnie realizowanego i rozwijanego programu badawczego, będącego istotnym wkładem w rozwój dziedziny, który wraz z pozostałymi powiązаныmi artykułami spoza cyklu świadczy o niezależności i dojrzałości naukowej Habilitanta.

### **3. Ocena aktywności naukowej**

Dr Hrycyna jest autorem lub współautorem 25 recenzowanych publikacji, z czego 8 powstało po doktoracie. Wśród publikacji po doktoracie: w przypadku siedmiu habilitant jest pierwszym (a w trzech jedynym) autorem, a cztery powstały z udziałem promotora doktoratu, profesora Szydłowskiego. Publikacje po doktoracie ukazywały się w wysoko cenionych w dziedzinie czasopismach: Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Physics Letters B, Physical Review D, European Physical Journal C.

Dodatkowo, w dorobku dr. Hrycyny jest też kilka (6) doniesień konferencyjnych, z czego 4 opublikowane po doktoracie. Artykuły dotyczą dwóch zagadnień odrębnych od przedstawionego cyklu publikacji: kosmologii Bransa-Dickego oraz modelu Bianchi II.

Podsumowując, dr Hrycyna po doktoracie publikuje średnio jedną pracę rocznie, z czego w większości są to prace samodzielne lub z bardzo krótką listą autorów. Według bazy inSPIRE, artykuły były cytowane 554 razy, z osiągniętym indeksem Hirscha 14 – co jest solidnym wynikiem.

Dorobek ten jasno świadczy o niezależności naukowej habilitanta, oraz konsekwentnym rozwoju jego kariery.

W tym kontekście dziwić może brak dłuższego, choćby kilkutygodniowego pobytu w ośrodku zagranicznym, jako uzupełnienia doświadczeń krajowych na KUL i w NCBJ, uzyskanych po obronie doktoratu – co byłoby typowe dla naukowca na tym etapie kariery. W przedstawionej dokumentacji nie widzę uzasadnienia dla tego rodzaju braku, z drugiej jednak strony nie jest to, w mojej ocenie, istotna przesłanka umniejszająca wagę dokonań dr. Hrycyny lub przeszkoda w uzyskaniu habilitacji. Uważam, że międzynarodowe zainteresowanie wzbudzone przez jego prace, współpraca z ośrodkiem z Paryża prowadząca do publikacji [5] (z listy publikacji w Wykazie osiągnięć naukowych), jak i przedstawiona niżej bardziej szczegółowo aktywność konferencyjna Habilitanta, są wystarczającym przyczynkiem do oczekiwanej od kandydata do tytułu doktora habilitowanego międzynarodowej aktywności naukowej.

Dr Hrycyna wygłosił po doktoracie 11 referatów i seminariów, z czego 4 na zaproszenie, i zaprezentował 4 plakaty. 7 wystąpień miało miejsce na prestiżowych konferencjach lub warsztatach międzynarodowych (m.in. Recontres de Blois). Jego dorobek budzi zatem zainteresowanie w społeczności naukowej, zarówno w kraju jak i za granicą.

Habilitant pełnił role wykonawcze w projekcie COCOS (Correlation in Complex Systems) w ramach programu EU Marie Curie Host Fellowships for Transfer of Knowledge, wykonywanym w Zakładzie Układów Złożonych Instytutu Fizyki Uniwersytet Jagiellońskiego (2007-2009) oraz w projekcie "Early Universe from fundamental interactions" finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu OPUS-5 (No. DEC-2013/09/B/ST2/03455) realizowanym w Instytucie Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego (2015-2017).

Otrzymał również grant FUGA-1 Narodowego Centrum Nauki (2012) oraz „luventus Plus” z MNiSW (2011), co zasługuje na duże uznanie i wskazuje na rosnące zdolności kierownicze i organizacyjne. Niestety brak w dokumentacji bardziej szczegółowych informacji nt. rozmiaru i charakterystyki zespołów, którymi kierował w ramach wspomnianych wyżej projektów.

#### **4. Ocena aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej**

Habilitant prowadził szereg zajęć dydaktycznych na KUL jako asystent w trakcie studiów doktoranckich, co jest dość standardową praktyką. Z obowiązkami dydaktycznymi nie wiąże się już pozycja adiunkta w NCBJ. Docenić należy na pewno zaproszony wykład dla uczniów szkoły średniej p.t. "Ciemna strona Wszechświata czyli zadziwiająca prostota tego czego nie znamy" przygotowany przez dr. Hrycynę.

Oprócz kierowania dwoma grantami, do osiągnięć organizacyjnych dr. Hrycyny można zaliczyć członkostwo w Komisji Dyscyplinarnej w Narodowym Centrum Badań Jądrowych.

Dr Hrycyna jest członkiem zwyczajnym Polskiego Towarzystwa Relatywistycznego.

W dokumentacji nie ma przykładów współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym – co nie dziwi, biorąc pod uwagę specyfikę specjalizacji Habilitanta.

## 5. Podsumowanie

Stwierdzam, że zarówno sam cykl prac przedstawiony jako osiągnięcie naukowe, jak i całokształt działalności dr. Oresta Hrycyny: jego dorobek naukowy, dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski, spełniają ustawowe wymagania. Zaprezentowany cykl artykułów, dotyczący generycznego modelu kosmologicznego bez osobliwości początkowej, oceniam pozytywnie jako istotny wkład w rozwój dziedziny, który jest samodzielnym osiągnięciem Habilitanta. Wnioskuje o dopuszczenie dr. Oresta Hrycyny do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Marcin Kuźniak

